

Distribución estacional de los partos en una ganadería bufalina en Pueblo Rico, Risaralda (2015-2019)

Melissa Guanes Giraldo¹, Shirley Valencia Ceballos¹, Juan Carlos Echeverry López²

1 Programa de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad Tecnológica de Pereira.

2 Docente Programa de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad Tecnológica de Pereira.

Resumen

La estacionalidad de los partos genera picos de producción durante el año acompañados de caídas. El conocer la estacionalidad y poderse manipular permitiría obtener una producción más constante y mayor. Se buscó determinar si en la hacienda bufalera Zuarraga del municipio de Pueblo Rico, existe estacionalidad en los partos. Se analizó la información que posee la hacienda del 2015 al 2019. Se hizo una estadística descriptiva con base en los resultados. Se determinó que sí hay estacionalidad, presentándose un pico de partos en el mes de septiembre. Esta información coincide con otros trabajos realizados en el país. Esta indagación va a permitir hacer mejores programaciones con base en la producción y un mejor manejo económico del hato.

Palabras clave: Búfalos, partos, producción lechera, reproducción.

Abstract

The seasonality of the farrowings generates production peaks during the year accompanied by falls. Knowing the seasonality and being able to manipulate it would allow obtaining a more constant and greater production. It was sought to determine if in the Zuarraga buffalo farm in the municipality of Pueblo Rico, there is seasonality in deliveries. The information that the farm has from 2015 to 2019 was analyzed. A descriptive statistic was made based on the results. It was determined that there is seasonality, presenting a peak of deliveries in the month of September. This information coincides with other works carried out in the country. This investigation will allow better programming based on production and better economic management of the herd.

Key words: Buffalo, calving, dairy production, reproduction

Introducción

La producción en una ganadería bufalina en Pueblo Rico es variable debido a que en algunos meses del año la producción de leche es abundante y en otra escasa.

Se quiere determinar cuáles son las épocas críticas con base en un análisis donde se va a observar con respecto a la población de búfalos, en qué meses crían más y por ende conocer si existe una estacionalidad marcada. Dicha estacionalidad afecta la producción constante durante el año. El creer que existe una estacionalidad, por percepción, pero sin ser medida, no permite tomar decisiones que lleven a mejorar la reproducción y por consiguiente la producción.

Sin saber cuáles épocas del año son las indicadas por tener mejores resultados reproductivos, es imposible implementar programas como inseminación artificial y transferencia de embriones.

Al conocer la problemática de la estacionalidad de los partos se podría establecer una programación para regular la producción de leche durante todo el año. Determinar la época en que más paren las búfalas es un indicativo también de la época en que más entran en celo. Existen ganaderías bovinas en Colombia que han implementado la estacionalidad de los partos, logrando incrementos en su producción. El conocimiento de la estacionalidad va a permitir su manipulación para aumentar la producción y lograr su estabilidad durante todo el año.

Se han realizado estudios en diferentes países que muestran una tendencia en la estacionalidad de los partos de la hembras bufalinas (1–4). Igualmente, se ha determinado su efecto en protocolos de inseminación artificial y transferencia de embriones (1,5–8).

Los resultados obtenidos en el presente trabajo servirán para detectar las épocas adecuadas para efectuar trabajos de Biotecnología como inseminación a tiempo fijo (IATF) o programas de transferencia de embriones. Así mismo, será una base para la programación del manejo del hato con base en la producción.

En abril de 1967 el Instituto Colombiano de Reforma Agraria (INCORA), importó de la isla de Trinidad, por ser una zona libre de Aftosa, 30 hembras, 5 reproductores y 5 búfalos para trabajo. A mediados de 1970 se realiza una segunda importación desde el mismo lugar de origen, llegando 110 hembras de levante. Fueron los Fondos Ganaderos de Caldas, Risaralda y algunos particulares quienes continuaron en la región de Dorada y Puerto Boyacá con la labor de cría y fomento del pequeño hato nacional de búfalos. En 1984 se efectúan en Bucaramanga exposiciones nacionales, lo que permite la llevada de los primeros ejemplares para la Costa Atlántica, Cúcuta, San Alberto y Aguachica en el departamento del Cesar y más adelante a los Llanos Orientales (9).

En Colombia predominan 3 razas de búfalos: *Buffalypso*, *Mediterránea* y *Murrah*.

- *Buffalypso*: tiene su origen en la isla de Trinidad y Tobago. Es una raza producto del cruzamiento de las razas *Murrah*, *Surti*, *Jafarabadi*, *Nili* y *Bhadawari*. Presentan coloración única marrón rojizo o negro. Alta capacidad de adaptación y tolerancia a muchas enfermedades, piel gruesa (resistencia a ectoparásitos e inmunidad a infecciones de la piel). Destinado a la producción de carne ya que es baja en colesterol y a la producción de leche por su alta calidad (10).
- *Mediterránea*: originarios de Asia y llevado al sur de Europa. De talla media, presentan características doble propósito, sin embargo, son considerados lecheros por su linaje. Cuernos medianos de sección triangular, gruesos y fuertes dirigidos hacia atrás y hacia los costados con las puntas cerradas hacia arriba y adentro, formando una media luna. Cuerpo ancho en relación con su largo y las patas cortas y robustas. Los machos llegan a un peso promedio entre 700 a 800 kg mientras que las hembras llegan a pesar 600kg aprox. La producción de leche por lactancia varía entre 1080 y 1560 litros/lactancia/búfala. Son de temperamento dócil (10).
- *Murrah*: originario de la India, piel maciza y negra con vellosidades en la región torácica, ubre bien conformada y con cuartos simétricos. Cuernos cortos, pequeños y delgados enroscados hacia atrás, excelente productor de leche y carne. La duración de la lactancia es de 300 días aprox. La producción fluctúa entre 1500 y 1700 litros por lactancia. El porcentaje de grasa en leche es de

7.5% en promedio. El peso vivo de un macho fluctúa entre 600 y 800 kg mientras que en hembras es de 470 a 700 kg. Su temperamento es manso (10).

En Colombia se puede hablar de unos 850 mil ejemplares, de estos, algo más de 100.000 búfalos producen mensualmente más de 450 mil litros de leche utilizados en su mayor proporción para la producción de quesos mozzarella exportado a Estados Unidos y Chile, principalmente. Entre los principales departamentos productores están Antioquia, Córdoba, Santander, Casanare, Meta y Caquetá (11).

El búfalo es una especie poliéstrica que exhibe una estación reproductiva de día corto, similar a rumiantes como la oveja y la cabra. Su actividad sexual aumenta o es favorecida cuando las horas de luz diaria disminuyen y el clima se torna más frío. En regiones tropicales como Sri Lanka, India, Cuba y la región amazónica del Brasil, donde el fotoperiodo es constante, los cambios en las precipitaciones anuales parecen influir en el patrón reproductivo, atribuido a la calidad y disponibilidad del forraje permitiendo los nacimientos en épocas de abundante disponibilidad de forraje, asegurando la producción de leche por parte de la madre y el crecimiento de los recién nacidos en condiciones climáticas favorables (4).

Shalash (1994), estudio el rol que tiene la fisiología en la adaptación de los búfalos en diversas condiciones ambientales, relacionándolo con la fisiología del medio ambiente y enfocando el estudio con el mecanismo de termorregulación. Al pertenecer al grupo de "homeotermos", deben estar relacionados con la producción de calor (termogénesis) y la pérdida de calor (termólisis), en animales seleccionados bajo regímenes de altas temperaturas sus procesos fisiológicos están relacionados a disipar el calor. Los animales criados y seleccionados en ambientes con bajas temperaturas en los que no solo deben conservar sino generar calor extra para mantener las funciones orgánicas. La temperatura corporal está bien ajustada con la del medio ambiente, esta franja se denomina "confort" o "Termoneutralidad", no hay datos precisos para determinar la temperatura confort de los búfalos, pero se estima que estaría en los 21°C, en tanto Goswami y Narain (1962), determinaron que los búfalos estarían en estrés térmico con temperaturas superiores a 30°C, midiendo el coeficiente respiratorio determinaron que a 36°C los búfalos llegaban a un límite crítico

para el mecanismo de termorregulación y serían necesarias vías alternativas como agua, lodo, sombra, etc. En las altas temperaturas las principales vías de termorregulación son la evaporación, radiación y conducción, tanto para disipar el calor absorbido por el medio ambiente y el calor producido en los procesos metabólicos. Cuando la temperatura y la humedad del aire aumentan, los canales normales de disipación se bloquean y recurren a la vía respiratoria. La humedad relativa del aire adquiere mayor importancia cuando la temperatura del ambiente se aproxima a la temperatura corporal y su déficit de saturación es bajo, ya que esto determina la cantidad de agua que será evaporada por la piel. Goswami y Narain (1962) observaron que la humedad relativa a temperatura constante tiene efectos insignificantes sobre el pulso, temperatura corporal y el coeficiente respiratorio en los búfalos. El color negro de la piel es una defensa contra la acción de los rayos ultravioletas, pero a su vez los hacen más sensibles a la radiación solar directa. Otro hecho que tiene un doble efecto es la disposición de los folículos pilosos (poseen entre 140 y 394 folículos por cm^2 vs 3000 folículos por m^2), por un lado, facilita la disipación del calor, pero por otro no protege a la piel de la acción directa de la radiación solar, también poseen poca densidad de glándulas sudoríparas, pero en compensación estas son de mayor tamaño y de gran capacidad de enfriamiento. Los búfalos son más sensibles a la acción directa de la radiación solar, la respuesta fisiológica de acomodación es más rápida cuando poseen sombra o agua, por lo que el estrés térmico disminuye y disponen de más tiempo para alimentarse y reproducirse (12).

Los búfalos se consideran una especie con temporada reproductiva, aunque son fértiles durante todo el año. Su actividad sexual aumenta cuando las horas de luz diarias disminuyen, esto también es válido para los machos en los que se manifiesta con una baja en la libido y baja calidad seminal. La eficiencia reproductiva permanece en altos niveles aun cuando las horas de luz diarias aumentan (siempre y cuando estas sean más cortas que las horas de oscuridad). Si se considera que el búfalo es originario de las zonas tropicales del norte de la línea ecuatorial, donde la disponibilidad del alimento coincide con la disminución de las horas diarias de luz, los animales paridos en verano (estación húmeda) y destetados en el otoño e invierno tienen una ventaja por selección natural. Es probable que las características hayan sido fijadas, mantenidas y transmitidas por generaciones aun cuando los búfalos

fueron transferidos a otros lugares donde no existen problemas de disponibilidad de alimentos o a lugares donde la disponibilidad de alimentos tiende a disminuir junto con las horas de luz. Está demostrada la importancia de la duración del día en la estacionalidad reproductiva, ya que el fotoperiodo actúa a través de una señal de la glándula pineal (la melatonina), desinhibiendo la secreción activa de la hormona LH tónica, la cual es responsable junto con la FSH de la secreción de estradiol de los folículos maduros (relación que se mantiene por un feed back positivo), al aumentar las horas de luz, el centro tónico de LH en el hipotálamo aumenta su sensibilidad, invirtiendo el sistema de retroalimentación por lo que se libera menos cantidad de LH disminuyendo así el estradiol que será insuficiente para estimular el centro preovulatorio de LH, entonces no habrá ovulación. La melatonina actúa gracias a los receptores de melatonina MT1 y MT2 y el gen de MT1 (MTNR1A) es polimórfico en búfalos. Los polimorfismos de un solo nucleótido (SNP) en el gen MTNR1A se asocian con la fertilidad en búfalas (3,12,13). Cuando disminuye la MTNR1A, hay incremento en el tamaño de los folículos lo que muestra su papel en la foliculogénesis (14). También se ha estudiado a profundidad los genes para determinar futuros tratamientos. El genotipo TT del gen MTNR1A es más sensible al tratamiento con melatonina que los genotipos CC y CT, lo que favorece la preñez en búfalas (15).

La longitud del ciclo estral en búfalos tiene un promedio de 23,7 días con un rango de 16 a 28 días. Posee dos ondas foliculares por lo general, pero se reporta un 36 % de animales con tres ondas foliculares. La duración del estro varía en las zonas con estaciones, siendo de 10 a 20 horas en la época de monta y de 2 a 72 horas en la época de no monta. La detección del celo es difícil en las búfalas puesto que sólo el 3,4 % muestra comportamiento homosexual y más del 60 % presenta celo silencioso (16).

El período de gestación varía dependiendo de la raza, para la raza Murrah sería alrededor de unos 300 a 306 días, para la Mediterránea se prolongaría hasta unos 311 a 315 días y para la raza Jafarabadi llegaría a los 330 días (12).

Estudios demuestran que búfalas que paren en otoño e invierno logran una preñez más rápida después del parto. Sin embargo, búfalas de primer parto o altas productoras de leche, se vieron más afectadas que las búfalas multíparas (2)(17). La

temporada de calor afecta la fertilidad de los búfalos al reducir el número de folículos antrales y la calidad de los ovocitos (8).

Diferentes estudios asocian el incremento o disminución del movimiento de las piernas de los búfalos con la calidad y cantidad de leche producida. No se encontró relación con distancias recorridas para el ordeño, pero si con el tipo de caminata que tienen. Esto quiere decir que son animales resistentes a largas caminatas sin verse afectada su productividad. Esto lleva a descartar la distancia como un factor determinante en la producción de leche y asumir otros factores que afecten la cantidad total de leche producida por el hato como los Días en Leche, los cuales se asocian a la estacionalidad de los partos (18).

La producción de leche, tanto en bovinos como bufalinos, se ve afectada por estrés calórico. Lo mismo ocurre con la fertilidad. Las búfalas que paren en épocas del año más frescas entran en celo más rápidamente que las que crían en épocas de mucho calor. Las zonas del año sin estrés por calor cambian de una región a otra y el conocimiento de estas permite aplicar cambios en el alimento, el medio ambiente e incluso protocolos de sincronización de celos (19). También se ha asociado que el balance oxidantes-antioxidantes en el desarrollo del folículo, puede afectar el desempeño reproductivo de las búfalas que paren en verano (20). La estacionalidad de los partos afecta también los programas de inseminación artificial y transferencia de embriones, pero se presentan como una alternativa para mejorar la reproducción (1,6,7,21). La fertilización in vitro, también se ve afectada en épocas de calor debido a que se altera su maduración nuclear y citoplasmática. Este puede ser debido a la expresión genética alterada que se encuentra en los ovocitos (8). Sin embargo, protocolos a base de dispositivos intravaginales a base de progesterona y utilizados en búfalas en épocas de verano, no mostraron ningún efecto perjudicial sobre las tasas de preñez (5).

El presente trabajo realizó un estudio sobre la estacionalidad de los partos en búfalos durante los años 2015 al 2019 en la hacienda Zuarraga de Pueblo Rico, Risaralda.

Materiales y métodos

El trabajo se realizó en la Hacienda Zuarraga, ubicada en la vía que de Pueblo Rico lleva al departamento del Chocó, en los límites con Risaralda. Es una hacienda bufalera certificada como libre de Brucelosis y Tuberculosis. Procesan aproximadamente 40 litros diarios que transforman en queso y yogur que se venden a las personas que transitan por la carretera. La hacienda presenta dos épocas climáticas diferentes, bien definidas que son invierno y verano, donde predomina el invierno la mayor parte del año. Los meses de verano son enero, febrero, junio y julio.

El hato consta de 80 búfalas adultas de la raza Murrah. Un grupo se maneja en ordeño y las otras como cría. Su alimentación se basa en pastos nativos y no se suplementan con concentrado. Se realiza sólo un ordeño diario.

La reproducción se basa en monta natural y se presentan dos tipos de manejo. Un grupo de búfalas se ordeña con bucerro y otro grupo de búfalas no se ordeña y se dedica únicamente a la cría.

La información se tomó de los datos que poseen en la hacienda. Se tomaron en cuenta inclusive partos de animales que ya no se encuentren en la hacienda. Estos se tabularon mes a mes y se hizo una estadística descriptiva del comportamiento de los partos de los años 2015 al 2019. Se hizo una correlación estadística entre época estacional y partos.

Resultados y discusión

En la tabla 1 se observa la distribución de los partos durante los años objeto del estudio.

Tabla 1. Distribución de los partos

Mes	Partos
Enero	18
Febrero	12
Marzo	10
Abril	8
Mayo	6
Junio	26
Julio	12
Agosto	50
Septiembre	96
Octubre	64
Noviembre	40
Diciembre	20
Total	362

Tabla 2. Análisis estadístico

Análisis estadístico	Datos
Media	30,16666667
Error típico	7,967579509
Mediana	19
Moda	12
Desviación estándar	27,60050505
Varianza de la muestra	761,7878788
Curtosis	1,73858885
Coficiente de asimetría	1,477058348
Rango	90
Mínimo	6
Máximo	96
Suma	362
Cuenta	12

Según la información de los nacimientos de las cabezas de ganado, al anualizarlas, se puede encontrar que se tienen datos, desde los meses de agosto a noviembre, bastante altos, hasta cinco veces por encima de la mediana (Tabla 2), y así mismo, se ve que estos datos tienden a suavizarse en los últimos meses del año para terminar

de forma similar a los primeros meses del año, como se observa en el siguiente gráfico (Gráfico 1).

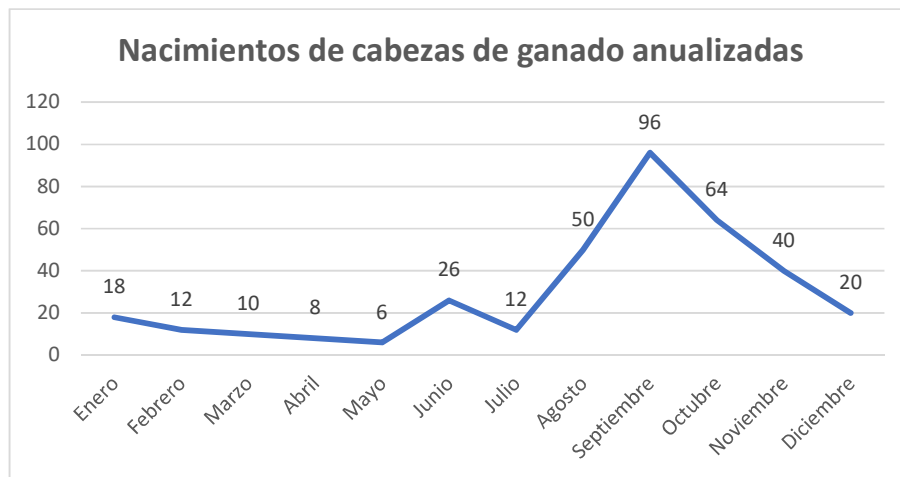


Gráfico 1. Distribución de los nacimientos anualizadas.

Se puede ver cómo se presentan un pico bastante marcado, los cuales, tienen un comportamiento regular, toda vez que, así como suben los nacimientos, teniendo su punto máximo en septiembre, estos descienden de forma constante, hasta su punto mínimo en el mes de mayo.

Dicho pico, hacen que la media, se arrastre hacia arriba, muy por encima de la mediana. Así las cosas, se puede entender, que este pico, marca de forma bastante clara que existe una estacionalidad, en el aumento de los nacimientos, que inicia en el mes de julio y termina en noviembre, teniendo como punto máximo el mes de septiembre.

Al ver que no existen datos atípicos o raros, sino que, por el contrario, se marca de forma clara el pico descrito en el punto anterior, se puede ver claramente que la serie de datos anual tiene la estacionalidad mostrada.

Para concluir, se puede afirmar claramente que la serie de datos de la natalidad de las cabezas de ganado, es estacional, toda vez que la misma es estable a lo largo del tiempo. Se ve cómo se marcan los picos y los valles de los nacimientos, de igual forma, la línea de tendencia nos muestra que esta no es muy alta, toda vez que el comportamiento de los datos es estable, ya que se ve, cómo, al replicar los datos, el

mes de diciembre del año 1, conecta de forma perfecta con enero del año 2, lo cual muestra un comportamiento parecido entre ambos meses.

Los resultados de este trabajo coinciden con los resultados realizados por Sánchez, Romero y Suárez en 2017 en el Magdalena Medio Colombiano, que reportó mayor cantidad de partos en el segundo semestre del año, principalmente en el mes de octubre. Aunque Colombia no se encuentra en zonas de estaciones, aparentemente el aumento de la temperatura genera la estacionalidad de los partos (4).

Conclusiones y recomendaciones

Esta información, es muy valiosa para los interesados en dichos natalicios, ya que les permite conocer con una alta de certeza en qué época del año tendrán la mayor cantidad de nacimientos, lo cual les permite tener preparada toda la logística necesaria para recibirlos, así como el proyectar a futuro, en qué épocas del año se presentarán hitos del crecimiento y desarrollo de los animales, esto, permite hacer planeaciones financieras tanto de costos y gastos, como de ingresos por la explotación de estos.

Sería interesante observar respuesta a programas de sincronización de celos en los diferentes meses. En los países con estaciones la tasa de preñez no se vio afectada. En zonas tropicales se debería investigar la respuesta a este tipo de protocolos.

Agradecimientos

Quiero agradecer en primer lugar a Dios por siempre iluminar mi camino y no dejar que desfallezca, gracias a mis padres Shirley Ceballos Olarte y Reinaldo Valencia Llantén por siempre apoyar mis sueños y darme las fuerzas necesarias para seguir adelante a pesar de los obstáculos. Gracias a mi hermano Bryan Valencia Ceballos por ser mi ejemplo para seguir y por ayudarme siempre que lo necesité. También agradecer a la clínica Super Macotas y a cada uno de los médicos que allí laboran por darme conocimientos necesarios para ser una excelente profesional y persona, por brindarme la confianza y oportunidad de conocer lo gratificante de ayudar a las mascotas. Por último, a la Fundación Aviario Nacional de Colombia, me hicieron cambiar de percepción acerca de la Fauna Silvestre y lograron que amara con todo mi corazón a las aves, gracias a los seis cuidadores de las diferentes exhibiciones

porque día a día me enseñaron lo valioso que es contar con el amor por el trabajo. A Nevisilla por todo el amor que todos los días me brindaba y al Zootecnista Carlos Cortés por tenerme tanta paciencia en un campo en el que jamás había sido partícipe, por todas las enseñanzas que me dejó y por retarme día a día a lograr los conocimientos con los que él cuenta. Gracias a todas las personas que tuve el privilegio de conocer en la Universidad Tecnológica de Pereira, por ser mi segunda casa, así como a todos los profesores que me dieron sus conocimientos y enseñanzas durante todo este camino tan difícil y a mis compañeros de semestre, sé que vamos a ser grandes profesionales y compañeros de trabajo.

Shirley Valencia Ceballos

Agradezco a mis padres Alberto Guanes López y Luz Stella Giraldo Piedrahita por haberme apoyado en el transcurso de mi carrera y a todos los profesores por enseñarme con tanta dedicación y paciencia. A mis compañeros por mostrarme lo que es el trabajo en equipo y a la Universidad Tecnológica de Pereira por abrirme las puertas de la institución y darme la oportunidad de lograr mis objetivos.

Melissa Guanes Giraldo.

Bibliografía

1. Monteiro BM, Souza DC de, Vasconcellos G de SFM de, Carvalho NAT de, Baruselli PS. Effect of season on dairy buffalo reproductive performance when using P4/E2/eCG-based fixed-time artificial insemination management. *Theriogenology* [Internet]. 2018;119:275–81. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2018.07.004>
2. El-Tarabany MS. Survival analysis and seasonal patterns of pregnancy outcomes in Egyptian buffaloes. *Livest Sci* [Internet]. 2018;213(October 2017):61–6. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2018.05.008>
3. D'Occhio MJ, Ghuman SS, Neglia G, della Valle G, Baruselli PS, Zicarelli L, et al. Exogenous and endogenous factors in seasonality of reproduction in

- buffalo: A review. *Theriogenology*. 2020;150:186–92.
4. Sánchez JA, Romero MH, Suárez Vela YJ. Estacionalidad Reproductiva de la Hembra Bufalina (*Bubalus bubalis*). *Rev Investig Vet del Perú*. 2017;28(3):606.
 5. Carvalho NAT, Soares JG, Souza DC, Vannucci FS, Amaral R, Maio JRG, et al. Different circulating progesterone concentrations during synchronization of ovulation protocol did not affect ovarian follicular and pregnancy responses in seasonal anestrous buffalo cows. *Theriogenology* [Internet]. 2014;81(3):490–5. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.theriogenology.2013.11.004>
 6. Rossi P, Vecchio D, Neglia G, Di Palo R, Gasparini B, D'Occhio MJ, et al. Seasonal fluctuations in the response of Italian Mediterranean buffaloes to synchronization of ovulation and timed artificial insemination. *Theriogenology* [Internet]. 2014;82(1):132–7. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.theriogenology.2014.03.005>
 7. Baruselli PS, Carvalho JGS de, Elliff FM, Silva JCB da, Chello D, Carvalho NAT de. Embryo transfer in buffalo (*Bubalus bubalis*). *Theriogenology*. 2020;150:221–8.
 8. Abdoon AS, Gabler C, Holder C, Kandil OM, Einspanier R. Seasonal variations in developmental competence and relative abundance of gene transcripts in buffalo (*Bubalus bubalis*) oocytes. *Theriogenology* [Internet]. 2014;82(8):1055–67. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.theriogenology.2014.07.008>
 9. ASOBÚFALOS. Origen búfalos en Colombia [Internet]. Available from: <https://asobufalos.com/el-bufalo/origen/#:~:text=En abril de 1967 el,llegando 110 hembras de levante>.
 10. Sansón A. Razas bufalinas [Internet]. Available from: http://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/a_curso_produccion_bovina_de_carne/7B-18-Capitulo-XVIII-bufalos.pdf
 11. Latin Pyme | Oportunidades internacionales para el búfalo colombiano [Internet]. 2019. Available from: <https://www.latinpymes.com/oportunidades-internacionales-para-el-bufalo-colombiano/>

12. Crudeli GÁ. Fisiología reproductiva del búfalo. *Tecnol en Marcha*. 2011;24(5):74–81.
13. Gunwant P, Pandey AK, Kumar A, Singh I, Kumar S, Phogat JB, et al. Polymorphism of melatonin receptor (MTNR1A) gene and its association with seasonal reproduction in water buffalo (*Bubalus bubalis*). *Anim Reprod Sci* [Internet]. 2018;199(October):51–9. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.anireprosci.2018.10.006>
14. Soni N, Pandey AK, Kumar A, Verma A, Kumar S, Gunwant P, et al. Expression of MTNR1A, steroid (ER α , ER β , and PR) receptor gene transcripts, and the concentration of melatonin and steroid hormones in the ovarian follicles of buffalo. *Domest Anim Endocrinol* [Internet]. 2020;72:106371. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.domaniend.2019.06.003>
15. Pandey AK, Gunwant P, Soni N, Kavita, Kumar S, Kumar A, et al. Genotype of MTNR1A gene regulates the conception rate following melatonin treatment in water buffalo. *Theriogenology* [Internet]. 2019;128:1–7. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2019.01.018>
16. Neglia G, de Nicola D, Esposito L, Salzano A, D'Occhio MJ, Fatone G. Reproductive management in buffalo by artificial insemination. *Theriogenology*. 2020;150:166–72.
17. de Carvalho NAT, Soares JG, Baruselli PS. Strategies to overcome seasonal anestrus in water buffalo. *Theriogenology* [Internet]. 2016;86(1):200–6. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.theriogenology.2016.04.032>
18. Carvalhal MV de L, Sant'Anna AC, Páscoa AG, Jung J, Paranhos da Costa MJR. The relationship between water buffalo cow temperament and milk yield and quality traits. *Livest Sci* [Internet]. 2017;198(February):109–14. Available from: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1871141317300549>
19. Dash S, Chakravarty AK, Singh A, Upadhyay A, Singh M, Yousuf S. Effect of heat stress on reproductive performances of dairy cattle and buffaloes: A review. *Vet World*. 2016;9(3):235–44.

20. Hozyen HF, Ahmed HH, Essawy GES, Shalaby SIA. Seasonal changes in some oxidant and antioxidant parameters during folliculogenesis in Egyptian buffalo. *Anim Reprod Sci* [Internet]. 2014;151(3–4):131–6. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.anireprosci.2014.10.005>
21. Neglia G, Capuano M, Balestrieri A, Cimmino R, Iannaccone F, Palumbo F, et al. Effect of consecutive re-synchronization protocols on pregnancy rate in buffalo (*Bubalus bubalis*) heifers out of the breeding season. *Theriogenology* [Internet]. 2018;113:120–6. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2018.01.020>